

Központi Fizikai Kutató Intézet, Orvostovábbképző Intézet,
Központi Állami Kórház

A KFKI-OTKI kisszámitógépes EKG diagnosztikai rendszer
fejlesztés tapasztalatainak áttekintése

Bolyky János, Kozmann György, Szlávik Ferenc, Wolf Tamás,
Antalóczy Zoltán, Regős László, Bukosza István, Biró Sándor

1. Bevezetés

A KFKI-OTKI együttműködés keretében - amelybe menetközben a KÁK is bekapcsolódott - létrehozott kisszámitógépes EKG diagnosztikai rendszer kísérleti összeállításával 1978-ban mintegy 700 diagnosztikai célú feldolgozást végeztünk. A rendszer teljesítőképességének megítélését elősegítő, viszonylag nagyszámu kiértékelést - egyebek között - az tette lehetővé, hogy az OTKI-ban és a KÁK-ban szisztematikusan folyik az automatikus feldolgozásra alkalmas EKG felvételek készítése.

A kisszámitógépes EKG diagnosztikai összeállítás rendszertechnikájáról, hardware felépítéséről [2], [5] /:TPA/i kisszámitógép, CAMAC interface rendszer/, software bázisáról [2], [3] /:OS/i-RTS/i operációs rendszerek, REAL-TIME BASIC programozási nyelv/, valamint a KFKI-OTKI kar-

diológiai profilu kutatásainak célkitűzéseiről [1] már beszámoltunk, többek között a Neumann Kollokviumok keretei között.

Jelen dolgozatunkban az elmúlt időszak fejlesztéseinek eredményeit tekintjük át, majd a feldolgozások tapasztalatait összegezzük részint számítástechnikai-műszaki, részint kardiológiai szempontból.

2. A rendszer működése

A rendszer, konstrukciójánál fogva egyaránt alkalmas az on-line és az off-line működésre. Teljes mélységű használata nem igényel műszaki-számítástechnikai képzettséget. Működésének főbb funkciói a következők.

2.1. Felvételezés

A hitelesített, páciens identifikáló kóddal ellátott EKG regisztrátumok a Frank elvezetési rendszer előírásainak megfelelően készülnek. A felvételezés nagymértékben automatizált. Mind a /10 digitos decimális/ páciens identifikáló kód, mind pedig a kalibrációs és az azt követő 20 sec időtartamu EKG jelek egy négy csatornás analóg FM magnetofonon kerülnek tárolásra /off-line működés/.

A páciens azonosító kód összetevői:

- a/ a felvétel sorszáma
- b/ a felvétel időpontja
- c/ az erősítés/kalibráció
- d/ a páciens neme
- e/ a páciens kora
- f/ a páciens konstitúciós állapota
- g/ a klinikai diagnózis kódja

2.2. Adatelőkészítés

2.2.1. Páciens azonosító kód fogadása és mintavételezése

A rendszer a CAMAC interface-on keresztül fogadja a páciens azonosító kódot és 500 Hz-es frekvenciával mintavételezi az EKG jeleket.

2.2.2. Rekord formátum vizsgálat

Ebben a működési fázisban automatikus ellenőrzésre kerül, hogy az adott EKG rekordban megtalálható-e a páciens azonosító kód, a kalibráló szintek, továbbá a Frank rendszernek megfelelően rögzített X, Y, Z EKG jelek.

2.2.3. Jel-zaj viszony és műtermék-mentesség vizsgálata

A rendszer megvizsgálja, hogy az EKG jeleket tar-

talmazó rekord szakaszon a jel-zaj viszony nem kisebb-e egy előre megadott, konstans küszöbértéknél, majd ellenőrzi, hogy elsősorban impulzus zaj jellegű műtermékektől mentes elegendően hosszú EKG regisztrátum szakasz van-e az adott rekordban.

2.2.4. Zajszűrés

A mintavételezett EKG jeleket egy digitális, rekurzív software szűrő szűri. A szűrőkarakterisztika 50 Hz-nél lévő nulla helye a hálózati brumm kiszűrését biztosítja. A sávszélesség: 0,05-100 Hz.

2.2.5. Kalibráció

Csatornánként megy végbe a kalibráció az 1 mV-nak megfelelő kalibrációs jelamplitudóra normálva.

2.2.6. Alapvonal visszaállítás

A rendszer csatornánként, az egyes szivrevolúciók $P_{\text{end}} - Q_{\text{onset}}$ szakaszaira kiszámítja a térbeli sebesség /SV/ vektor szakaszokat. A térbeli sebesség vektor szakaszok minimum helyeire vonatkoztatva, csatornánként elvégzi az alapvonal visszaállítását.

2.3. Lényegkiemelés

A lényegkiemelési eljárás célja egy olyan komprimált "mintakészlet" összeállítása, amely egyrészt minimális információvesztéssel írja le az adott paciens EKG jeleit, másrészt közvetlenül felhasználható diagnózis alkotásához, mivel kompatibilis a referencia adatbázis egyes betegségosztályainak minta-készleteivel. A lényegkiemelés főbb funkciói az alábbiak.

2.3.1. Tipikus szívciklus kiválasztása

A diagnózis alkotása egyetlen szívrevolúció vizsgálata alapján történik. Erre objektív lehetőséget ad az a tény, hogy a nyugalomban lévő páciens ritmikus szív működését kísérő EKG jelek formai hasonlósága rövid időtartamokban nagyfokú.

A tipikus szívciklus kiválasztása 10 egymást követő szívciklus magnitúdó /M/ vektorainak a QRS szakaszok maximumára fittelt átlagától való eltérés minimumának megkeresése alapján történik.

2.3.2. Karakterisztikus pont kiemelés

Az EKG görbét a rendszer a jelek morfológiailag karakterisztikus pontjait jellemző idő és amplitúdó adatokból kiindulva írja le. Az automatikus karakterisztikus

pont felismerő algoritmus a térbeli nagyság és sebesség vektorok, valamint az X, Y, Z elvezetések vizsgálatával a P_{onset} , P_{peak} , Q_{onset} , Q_{peak} , Q_{end} , QRS_{max} , S_{end} , ST, T_{peak} , T_{end} elnevezésű karakterisztikus pontokat keresi meg.

2.3.3. Diagnosztikai minta-készlet összeállítása

Az EKG jel idő és amplitudó paramétereinek tárolása egy rendezett minta-készletben történik. /Pl. a QRS szakaszt annak 8, időben ekvidisztáns "momentán vektorával" jellemezzük, minden egyes elvezetésben.

Az így összeállított, komprimált minta-készlet közvetlenül felhasználható diagnózis-számításhoz.

2.4. Diagnózis-számítás

A diagnózis-számítás első részében a rendszer a QRS szakaszt analizálja, egy jelenleg 25 betegségosztályt tartalmazó referencia adatbázis felhasználásával, az etalonhoz való hasonlítás alapján az ún. legközelebbi szomszéd keresésének módszerét felhasználva.

A referencia adatbázis betegségosztályok szerinti felépítése a következő:

1/ Normál

2-7/ Miokardiális infarktusok

- 8-14/ Kamrai vezetési zavarok
- 15-18/ WPW szindrómák
- 19-23/ Infarktus kombinációk
- 24-25/ Kamrai hypertrophiák

Az így megtalált QRS diagnózist az algoritmus több kiegészítő eljárással valószínűsíti. Ha pl. a QRS diagnózis infarktusra utal, akkor a QRS szakasz első 4 - nagy információ értékű - momentán vektorának külön elvégzett vizsgálatával dönt a rendszer az infarktus lokalizációjáról. Ezen kívül figyelembe veszi a tradicionális diagnózis-alkotás döntési logikájának egyes elemeit is, pl. a QRS szakasz időtartam alapján valószínűsithet vagy kizárhat egyes diagnózisokat, stb.

Az ST, T hullámok analízisére a tradicionális orvosi döntési logika szimulációját vesszük igénybe, amire objektív lehetőséget az ST-T szakasznak a QRS-nél lényegesen egyszerűbb morfológiája ad. /Az algoritmus-fejlesztés előrehaladott stádiumban van./

2.5. Eredményközlés

A megengedett diagnózis-kombinációk kiválasztása után az eredmény megjelenik a grafikus munkaterminálon, így a diagnózis-lista ismeretében, az interpretáló orvos

interaktív módon beavatkozhat az eljárás egyes pontjaiba, pl. módosíthatja a karakterisztikus pontok helyét.

Az 1., 2. és a 3. ábrán az alfanumerikus és grafikus eredményközlési formátumokat láthatjuk a diagnóziskötés folyamatában.

2.6. Archiválás

Az adatelőkészítés, a lényegkiemelés és a diagnóziskötés után a kesszámitógép floppy diszk lemezén archiválódnak az adott EKG rekord legfontosabb jellemzői.

3. Értékelés

Az alábbiakban - a teljesség igénye nélkül - a feldolgozások alapján összegezzük a tapasztalatokat.

A felvételkészítés automatizáltsága és megbízhatósága kielégítő. A továbbiakban a páciens azonosító digitális/decimális kód az igényeknek megfelelően kiegészíthető alfanumerikus kísérő információ rögzítésével.

Az adatelőkészítés és a lényegkiemelés minőségi jellemzői a nemzetközi konvencióknak megfelelnek.

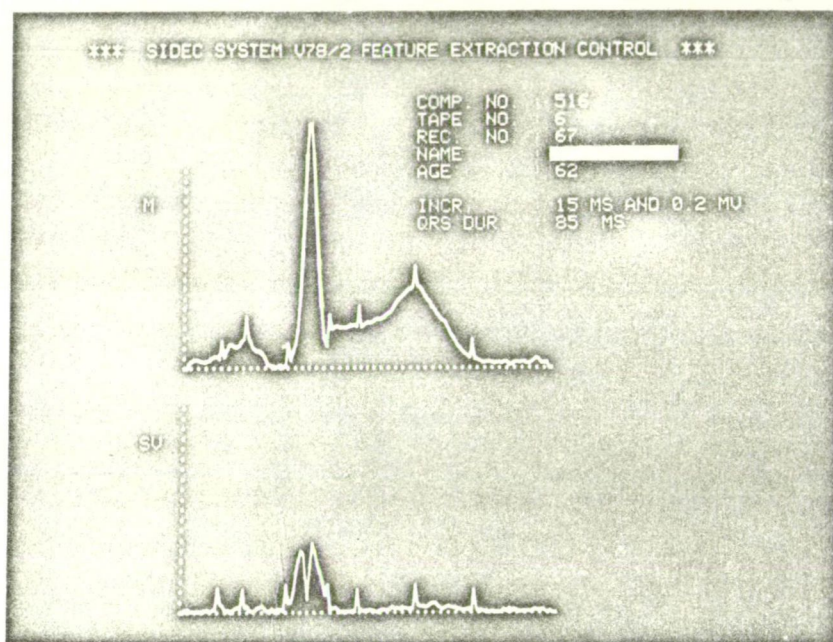
A diagnosztikai algoritmus validizálása során a QRS komplexumot analizáló rész megbízhatóságának növelésé-


```
*** SIDEC SYSTEM U78/2 ***

COMP NO. 7516
DATE OF REC. 7780308
NAME ? 
COMMENT ?NO

TAPE NO 76
REC NO 767
```

a/



b/

```
*** SIDEC SYSTEM U78/2 DIAGNOSIS ***

COMP NO. 516
TAPE NO. 6
REC NO. 67
NAME 
AGE 62

ECG DIAGNOSIS

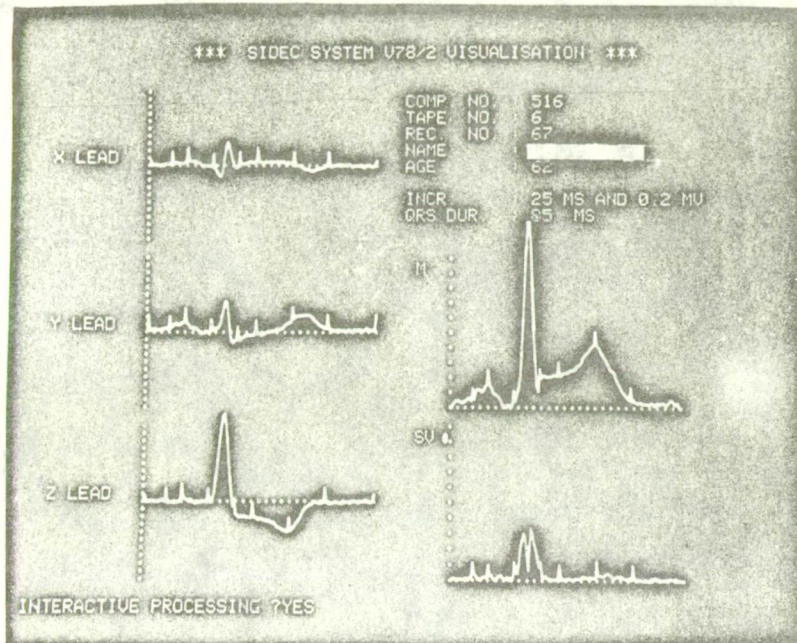
EXTENSIVE-ANTERIOR MYOCARDIAL INFARCTION
ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION

LATERAL INTRAMURAL ISCHAEMIA
POSTERO-INFERIOR SUBENDOCARDIAL ISCHAEMIA
ANTERIOR SUBENDOCARDIAL ISCHAEMIA
ANTERIOR SUBEPICARDIAL LESION

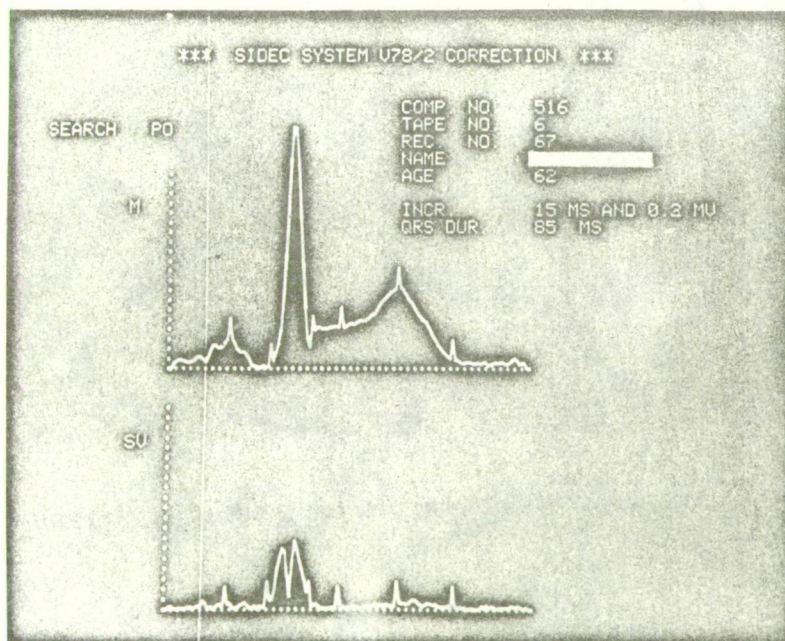
CONTROL LIST ?YES
PTP ?NO
VISUALISATION ?YES
```

c/

1. ábra. A KFKI-OTKI EKG diagnosztikai rendszer
eredményközlési formátuma I.



a/



b/

2. ábra. A KFKI-OTKI EKG diagnosztikai rendszer
eredményközlési formátuma. II.

INTERACTIVE ECG INTERPRETATION SIDEC SYSTEM KFKI-OTKI

COMP. NO. : 516
REC. NO. : 67
TAPE NO. : 5
DATE OF REC. : 780308
NAME : XXXXXXXXXX
SEX : MALE
AGE : 62
CONSTITUTION : ASTHENIC EMPHYS.
CLIN. DG. : MYOCARDIAL NECROSIS
COMMENT :

AUTOMATIC PROCESSING !

QRS :	X 0.1MV	Y 0.1MV	Z 0.1MV	/FRANK/
1	-1.45	1.05	0.25	
2	-2.74	1.11	3.68	
3	-0.01	3.33	13.06	
4	5.86	7.66	21.2	
5	4.23	5.68	21.39	
6	1.23	-1.57	11.47	
7	-0.5	-2.38	2.28	
8	0.26	-2.01	-2.75	

QRS :	M 0.1MV	H DEG.	V DEG.	/TCM/
1	1.8	169.94	35.69	
2	4.72	126.62	13.7	
3	13.48	90	14.3	
4	23.3	74.54	19.21	
5	22.53	78.79	14.61	
6	11.64	83.87	-7.71	
7	3.33	102.16	-45.4	
8	3.41	-84.55	-35.96	

PQ : 135 MS QRS : 85 MS QT : 380 MS RHYTHM : 67 PPM SREV : 6

LEADS :	X	Y	Z	/FRANK/
QDUR MS	37	3	3	
P MAX 0.1MV	1.22	2.74	0.93	
Q MAX 0.1MV	-2.75	-0.24	-0.24	
Q R S MAX	6.35	8.39	23.02	
S1 0.1MV	1.15	-0.45	-4.07	
T MAX 0.1MV	0.11	3.15	-7.78	

ECG DIAGNOSIS :

EXTENSIVE-ANTERIOR MYOCARDIAL INFARCTION
ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION

LATERAL INTRAMURAL ISCHAEMIA
POSTERO-INFERIOR SUBENDOCARDIAL ISCHAEMIA
ANTERIOR SUBENDOCARDIAL ISCHAEMIA
ANTERIOR SUBEPICARDIAL LESION

OK - SIDEC SYSTEM V78/2 - DATE : 780707 - TECHNICIAN : BM

3. ábra. A KFKI-OTKI EKG diagnosztikai rendszer
eredményközlési formátuma III.

re szisztematikus munkát folytatunk. Ennek keretében korrigáltuk a referencia adatbázist, vizsgálatokat folytattunk a referencia adathalmaz inherens tulajdonságainak megismerésére [6], rendszereztük a QRS analízisre vonatkozó tradicionális döntési ismereteket.

A rendszer eredményközlési formátuma, magasszintű, grafikus funkciókkal kiegészült interaktivitása, archiválási rendszere megfelelő.

Egy kiértékelési ciklus effektív gépidőszükséglete kb. 110 sec.

I r o d a l o m

- [1] Szlavik F., Antalóczy Z., Kozmann Gy., Bolyky J., Szabó A.: Késszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszerfejlesztés célkitűzései. 7. Neumann Koll. Szeged, 1976.
- [2] Bolyky J., Szabó A.: Design principles of a new computer aided ECG analysis program. 14th DECUS Europe Symp. Copenhagen, 1978.
- [3] Szabó A., Bolyky J.: Orvosbiológiai mérésadatgyűjtő és feldolgozó eszközök a TPA/i késszámítógép és a CAMAC rendszer környezetében. 8. Neumann Koll. Szeged, 1977.
- [4] Szlavik F. et al.: ECG diagnostic system with a mini-computer. 4th Int. Congr. on Electrocard. Balatonfüred, 1977.
- [5] Bolyky J., Szabó A.: Rendszertechnikai megfontolások késszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer software fejlesztésében. 7. Neumann Koll. Szeged, 1976.
- [6] Wolf T., Bolyky J., B. Nagy A.: EKG jel morfológiai változásainak vizsgálata cluster eljárással. 9. Neumann Koll. Szeged, 1978.